



BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 14 JAN. 2005

Pour le Directeur général de l'Institut
national de la propriété industrielle
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE

SIEGE

26 bis, rue de Saint-Petersbourg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23
www.inpi.fr

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

 REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 1/2

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 © W / 010801

REMISE DES PIÈCES DATE 21 OCT 2003 LIEU 75 INPI PARIS N° D'ENREGISTREMENT 0312299 NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI 21 OCT. 2003		1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE BREESE-MAJEROWICZ 3 avenue de l'Opéra 75001 PARIS	
Vos références pour ce dossier (facultatif) 34152/FR			
Confirmation d'un dépôt par télécopie		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie Cochez l'une des 4 cases suivantes	
2 NATURE DE LA DEMANDE		<input checked="" type="checkbox"/> Demande de brevet <input type="checkbox"/> Demande de certificat d'utilité <input type="checkbox"/> Demande divisionnaire <i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>	
		<input type="checkbox"/> N° N°	Date <input type="text"/>
		<input type="checkbox"/> N°	Date <input type="text"/>
3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)		PROCEDE POUR L'ESTIMATION DES CARACTÉRISTIQUES D'UNE PRÉCIPITATION	
4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE LA DATE DE DÉPÔT D'UNE DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE		Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° Pays ou organisation Date <input type="text"/> N° <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique	
Nom ou dénomination sociale		CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE -CNRS-	
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN		<input type="text"/>	
Code APE-NAF		<input type="text"/>	
Domicile ou siège	Rue	3 rue Michel-Ange	
	Code postal et ville	7 5 17 9 4 PARIS Cedex 16	
	Pays	France	
Nationalité		France	
N° de téléphone (facultatif)		N° de télécopie (facultatif)	
Adresse électronique (facultatif)			
<input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»			

 Remplir impérativement la 2^{me} page

**BREVET D'INVENTION
CERTIFICAT D'UTILITÉ**
**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE
page 2/2**


REMISE DES PIÈCES	Réervé à l'INPI
DATE	21 OCT 2003
LIEU	75 INPI PARIS
N° D'ENREGISTREMENT	0312299
NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI	

DB 540 © W / 010801

6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)	
Nom BREESE	
Prénom Pierre	
Cabinet ou Société BREESE-MAJEROWICZ	
N °de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel	
Adresse	Rue 3 avenue de l'Opéra
	Code postal et ville 7 5 10 0 1 Paris
	Pays France
N° de téléphone (facultatif) 01 47 03 67 77	
N° de télécopie (facultatif) 01 47 03 67 78	
Adresse électronique (facultatif) office@breese.fr	
7 INVENTEUR (S)	
Les inventeurs sont nécessairement des personnes physiques	
Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes	
<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)	
8 RAPPORT DE RECHERCHE	
Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)	
<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)	
Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt	
<input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non	
9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES	
Uniquement pour les personnes physiques	
<input type="checkbox"/> Requise pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence) : AG <input type="text"/>	
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes	
10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire) BREESE Pierre 921038	
VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI 	

**PROCEDE POUR L'ESTIMATION
DES CARACTERISTIQUES D'UNE PRECIPITATION**

La présente invention concerne un procédé pour
5 l'estimation des caractéristiques d'une précipitation, et en particulier du taux précipitant pour une précipitation solide.

On connaît dans l'état de la technique l'utilisation des caractéristiques d'une image radar pour estimer les caractéristiques pluviométriques. En particulier, le brevet 10 européen EP1049944 décrit une technique pour l'estimation de pluie avec un radar. Selon ce brevet, on réalise les étapes suivantes :

- on mesure, au moyen dudit radar bipolaire, sur un intervalle $[r_0, r_1]$ donné de rayon de trajet par rapport audit radar, la phase différentielle (Φ_{dp}) et la réflectivité apparente Z , selon au moins l'une des polarisations H ou V ;
- on détermine une estimation de la valeur No^* représentative de la distribution dimensionnelle des gouttes de pluie, à partir de la différence de la phase différentielle entre r_0 et r_1 et à partir d'une intégrale d'une fonction de la réflectivité apparente Z , le long de l'intervalle $[r_0, r_1]$;
- on déduit la valeur du taux de précipitation en un point à partir de No^* et de la réflectivité apparente en ce point.

On connaît également un procédé pour l'estimation de pluie décrit dans le brevet PCT WO03007016 décrivant un procédé pour l'estimation d'un taux précipitant au moyen d'un 30 radar bipolaire, caractérisé par les différentes étapes suivantes :

- on mesure au moyen dudit radar bipolaire, sur un intervalle $[r_1, r_0]$ donné de rayon r de trajet par rapport audit radar, la phase différentielle Φ_{dp} et la réflectivité atténuée Z selon au moins l'une des polarisations H ou V ;

- on détermine une estimation de la valeur $K(r_0)$ de l'atténuation spécifique en r_0 à partir du profil de réflectivité atténuée ainsi mesuré, ainsi qu'à partir de la différence de la phase différentielle entre r_0 et r_1 ; on détermine une estimation $K(r)$ de l'atténuation spécifique en r en fonction de l'atténuation $K(r_0)$ ainsi déterminée et du profil de réflectivité atténuée $Z(r)$; on détermine le taux de précipitant $R(r)$ connaissant $K(r)$.

10 15 Ces différentes solutions permettent de caractériser des précipitations liquides et d'estimer de façon précise le taux de pluie (en mm/h), mais pas d'estimer les caractéristiques des précipitations solides telles que la neige.

20 20 L'invention concerne un nouveau procédé visant à remédier à cet inconvénient.

25 A cet effet, l'invention concerne selon son acception la plus générale un procédé pour l'estimation des caractéristiques d'une précipitation, et en particulier du taux précipitant pour une précipitation solide comportant une étape d'acquisition d'une image radar comportant au moins un plan vertical d'une zone de précipitation et d'un traitement d'un profil vertical pour fournir des signaux numériques représentatifs de la réflectivité selon la direction verticale h caractérisé en ce que l'on réalise une étape d'intégration 30 desdits signaux représentatifs de la réflectivité pour délivrer un signal représentatif du profil dans le plan vertical du diamètre moyen des particules pondéré par la masse

de chaque particule, et une étape de détermination de la concentration des particules solides à partir des signaux calculés dans les étapes précédentes.

De préférence, l'étape d'intégration consiste à déterminer la variable $Z(h)$ l'observable radar en mm^6/m^3 en fonction de l'altitude h à partir de ladite image radar, et à déterminer ledit diamètre moyen des particules $D_m(h)$ par résolution de l'équation :

$$\frac{fD_m}{fh} = -0.25k_{eff}aD_m^b \cdot 10^{-18}Z + \left(\frac{1}{6} \frac{1}{Z} \frac{fZ}{fh}\right) D_m \quad (2)$$

10 où :

- Z est l'observable radar à inverser en mm^6m^{-3} ;
- D_m est en m ;
- a et b sont des coefficients spécifiques des particules de type « agrégats ». Le coefficient a est par exemple égal à 35184 et le coefficient b est égal à 3.16.
- k_{eff} est le coefficient d'efficacité du processus d'agrégation à ajuster, ce coefficient k_{eff} étant par exemple égal à 0.3

15 L'intégration de (2) nécessite une condition à la limite d'intégration. Avantageusement, ladite condition à la limite d'intégration est déterminée afin que la valeur $D_m(h)$ au sommet du nuage corresponde à la valeur prédéterminée du nombre total de particules au sommet du nuage.

20 Selon un mode de réalisation avantageux, on détermine le profil du nombre total de particules $n_t(h)$ par l'équation suivante :

$$n_t(h) = x \cdot Z(h) / D_m(h)^6$$

où x est égal à $25,4 \cdot 10^{-18}$

25 Selon un autre mode de réalisation, on détermine le paramètre météorologique $N_0(h)$ par l'équation suivante :

$$N_0(h) = y \cdot Z(h) / D_m(h)^7$$

Où y est égal à $102 \cdot 10^{-18}$

Selon un troisième mode de mise en oeuvre, on détermine le paramètre météorologique correspondant au profil du contenu en glace $IWC(h)$ [en g/m³] par l'équation suivante :

5 $IWC(h) = wZ(h)/D_m(h)^3$

où w est égal à $1,25 \cdot 10^{-12}$

Selon un quatrième mode de mise en oeuvre, on détermine le paramètre météorologique correspondant au profil du taux précipitant $R(h)$ solide (mm/h équivalent fondu) par l'équation 10 suivante :

$R(h) = r \cdot Z(h)/D_m(h)^{2,35}$

Où r est égal à $4,698 \cdot 10^{-10}$

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit, se référant à un exemple non limitatif 15 de réalisation.

Le procédé s'applique essentiellement aux précipitations stratiformes. Il considère que les noyaux glaçogènes ne sont activés qu'à température fortement négative, c'est-à-dire au sommet du nuage. Les cristaux de glace formés à haute altitude 20 sédimentent et grossissent au cours de leur chute soit par sublimation de la vapeur d'eau saturante ambiante, soit par collection et givrage de gouttelettes d'eau nuageuse surfondues, soit par agrégation au hasard de leurs collisions avec d'autres cristaux de glace. Des trois processus de 25 croissance, seule l'agrégation change la concentration en particules de glace. Le procédé de caractérisation repose essentiellement sur une description simplifiée du mécanisme d'agrégation. L'invention est basée sur une classe de procédés « profileurs », en ce sens qu'elle inverse le profil vertical 30 de reflectivité mesuré dans la glace, pour en tirer le profil vertical du taux précipitant solide.

Les étapes de la méthode d'inversion sont les suivantes :

1 - La distribution dimensionnelle des particules exprimée en « diamètre équivalent fondu », est supposée exponentielle i.e. :

$$N(D) = N_0 \exp(-4D/D_m) \quad (1)$$

5 où $N(D)$ est la concentration en particules par m^3 et par intervalle de diamètre, et N_0 et D_m sont les deux paramètres qui caractérisent la distribution.

2- On détermine le sommet h_{\max} et la base h_{\min} de la couche de précipitation solide.

10 a. h_{\max} est l'altitude maximum du profil de réflectivité mesuré $Z(h)$.

b. h_{\min} est soit l'altitude de l'isotherme 0°C si la température au sol est positive, soit le niveau du sol si la température au sol est négative.

15 3- On détermine alors le profil du paramètre $D_m(h)$ entre h_{\max} et h_{\min} en résolvant l'équation différentielle :

$$\frac{fD_m}{fh} = -0.25k_{\text{eff}}aD_m^b \cdot 10^{-18}Z + \left(\frac{11fZ}{6Zfh}\right)D_m \quad (2)$$

20 où :

- Z est l'observable radar à inverser en mm^6m^{-3} ;

- D_m est en m ;

25 - a et b sont des coefficients spécifiques des particules de type « agrégats », égaux respectivement à 35184 et 3.16 à partir des observations de Locatelli et Hobbs (1974) ;

30 - k_{eff} est le coefficient d'efficacité du processus d'agrégation à ajuster (la valeur $k_{\text{eff}} = 0.3$ semble correcte).

5 4 - L'intégration de (2) s'effectue à partir du haut, où la condition à la limite s'exprime en fixant le nombre total de particules n_T (ou nombre de noyaux glaçogènes activés au sommet de nuage). On peut prendre $n_T(h_{max}) = 10^6 \text{ m}^{-3}$, ce qui permet d'exprimer la condition à la limite $D_m(h_{max})$ comme :

$$Dm(H_{max}) = 25,4 \cdot 10^{-18} (Z(h_{max})/n_T(h_{max}))^{1/6} \quad (3)$$

10 5 - Le profil $D_m(h)$ entre h_{max} et h_{min} une fois déterminé, on calcule les profils des autres paramètres d'intérêt par les expressions suivantes :

15

a. Profil de N_0 : $N_0(h) = 102 \cdot 10^{-12} Z(h)/D_m(h)^7$

b. Profil du nombre total de particules $n_T(h)$ [en m^{-3}] : $n_T(h) = 102 \cdot 10^{-12} Z(h)/D_m(h)^6$

c. Profil du contenu en glace $IWC(h)$ [en g/m^3] : $IWC(h) = 1,25 \cdot 10^{-12} Z(h)/D_m(h)^3$

d. Profil du taux précipitant $R(h)$ solide (mm/h équivalent fondu)

20

En utilisant la loi de vitesse terminale de chute déterminée par Locatelli and Hobbs pour des agrégats: [$v_T = 107,6 D^{0,65}$ (D in m)], $R(h)$ s'exprime par :

$$R(h) = 4,698 \cdot 10^{-10} Z(h)/D_m(h)^{2,35}$$

25

La figure 1 représente un exemple de profil vertical de Z à inverser (dans cet exemple, l'isotherme 0°C est au niveau du sol).

La figure 2 représente la comparaison du profil de D_m résultant de l'inversion de Z par le modèle d'agrégation avec l'estimateur classique.

30

La figure 3 représente la comparaison des profils de N_0 et n_T résultant de l'inversion de Z par le modèle d'agrégation avec l'hypothèse classique et des observations.

La figure 4 représente la comparaison du profil de R résultant de l'inversion de Z par le modèle d'agrégation avec l'estimateur classique.

REVENDICATIONS

1 - Procédé pour l'estimation des caractéristiques d'une précipitation, et en particulier du taux précipitant pour une 5 précipitation solide comportant une étape d'acquisition d'une image radar comportant au moins un plan vertical d'une zone de précipitation et d'un traitement d'un profil vertical pour fournir des signaux numériques représentatifs de la 10 reflectivité selon la direction verticale z caractérisé en ce que l'on réalise une étape d'intégration desdits signaux 15 représentatifs de la reflectivité pour délivrer un signal représentatif du profil dans le plan vertical du diamètre moyen des particules pondéré par la masse de chaque particule, et une étape de détermination de la concentration des particules solides à partir des signaux calculés dans les 20 étapes précédentes.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'étape d'intégration consiste à déterminer la variable 25 $Z(h)$ l'observable radar en mm^6/m^3 en fonction de l'altitude h à partir de ladite image radar, et à déterminer ledit diamètre moyen des particules $D_m(h)$ par résolution de l'équation :

$$\frac{fD_m}{fh} = -0.25k_{eff}aD_m^b \cdot 10^{-18}Z + \left(\frac{11fZ}{6Zfh}\right)D_m \quad (2)$$

où :

25 ■ Z est l'observable radar à inverser en mm^6m^{-3} ;

 ■ D_m est en m ;

 ■ a et b sont des coefficients spécifiques des particules de type 30 « agrégats ».

■ k_{eff} est le coefficient d'efficacité du processus d'agrégation à ajuster.

3 – Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce 5 que le coefficient k_{eff} est égal à 0.3.

4 – Procédé selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que le coefficient a est égal à 35184.

10 5 – Procédé selon la revendication 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que le coefficient b est égal à 3.16.

15 6 – Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, caractérisé en ce que ladite constante d'intégration est déterminée afin que la valeur $D_m(h)$ au sommet du nuage corresponde à la valeur prédéterminée du nombre total de particules au sommet du nuage.

20 7 – Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on détermine le profil du nombre total de particules $n_t(h)$ par l'équation suivante :
 $n_t(h)=x \cdot Z(h)/D_m(h)^6$.

25 8 – Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que x est égal à $25,4 \cdot 10^{-18}$.

30 9 – Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on détermine le paramètre météorologique $N_0(h)$ par l'équation suivante :
 $N_0(h)=y \cdot Z(h)/D_m(h)^7$.

10 — Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que y est égal à $102 \cdot 10^{-18}$.

11 — Procédé selon l'une quelconque des revendications 5 précédentes, caractérisé en ce que l'on détermine le paramètre météorologique correspondant au profil du contenu en glace $IWC(h)$ [en g/m^3] par l'équation suivante :

$$IWC(h) = wZ(h)/D_m(h)^3.$$

10 12 — Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que w est égal à $1,25 \cdot 10^{-12}$.

13 — Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 précédentes, caractérisé en ce que l'on détermine le paramètre météorologique correspondant au profil du taux précipitant $R(h)$ solide (mm/h équivalent fondu) par l'équation suivante :
 $R(h) = r \cdot Z(h)/D_m(h)^{2,35}$.

14 — Procédé selon la revendication précédente, 20 caractérisé en ce que r est égal à $4,698 \cdot 10^{-10}$.

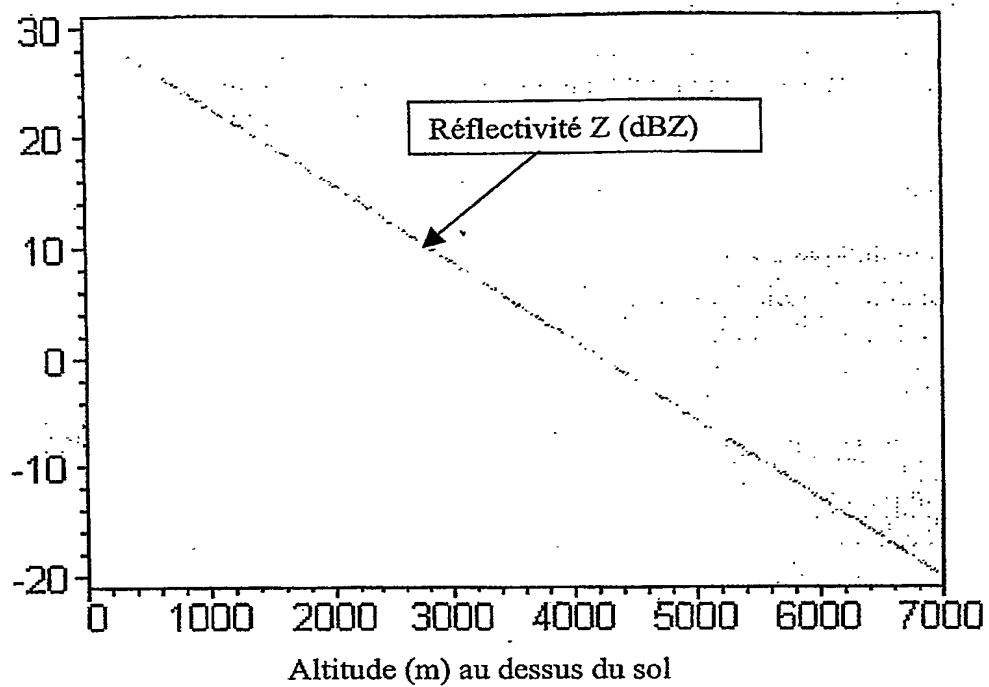


Figure 1

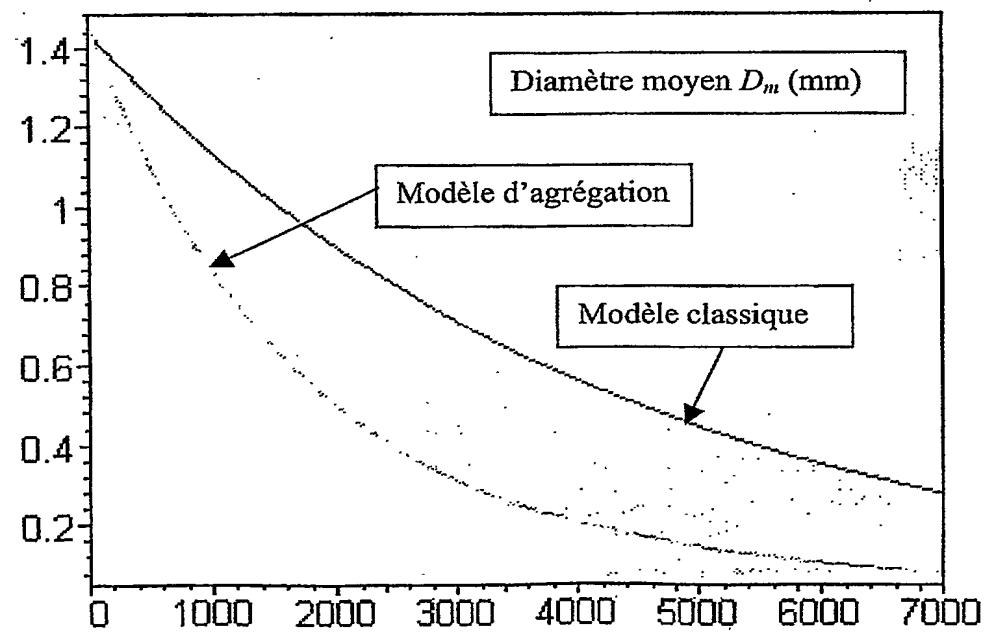


Figure 2

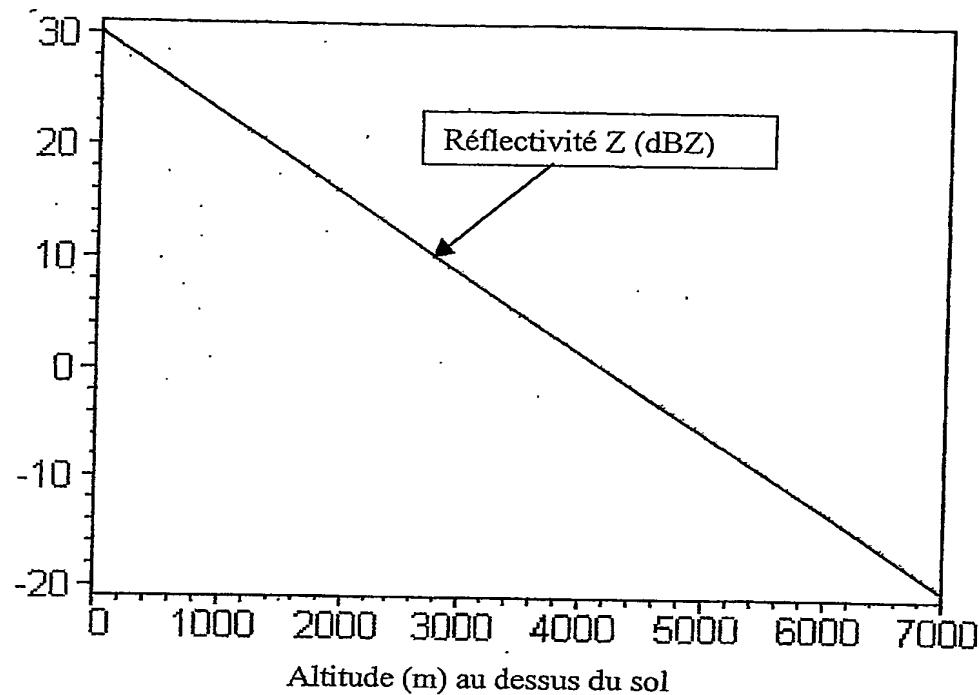


Figure 1

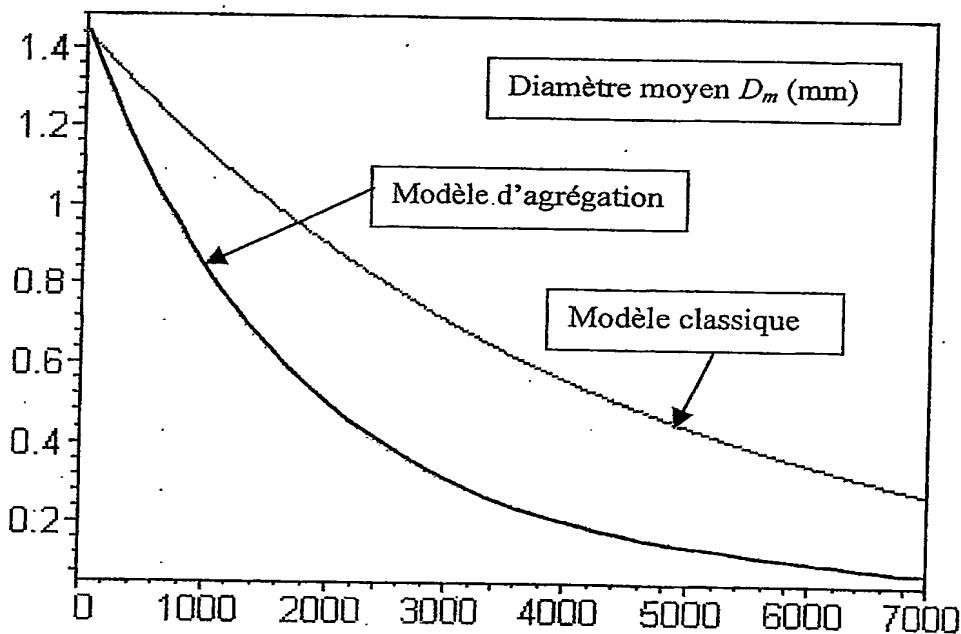


Figure 2

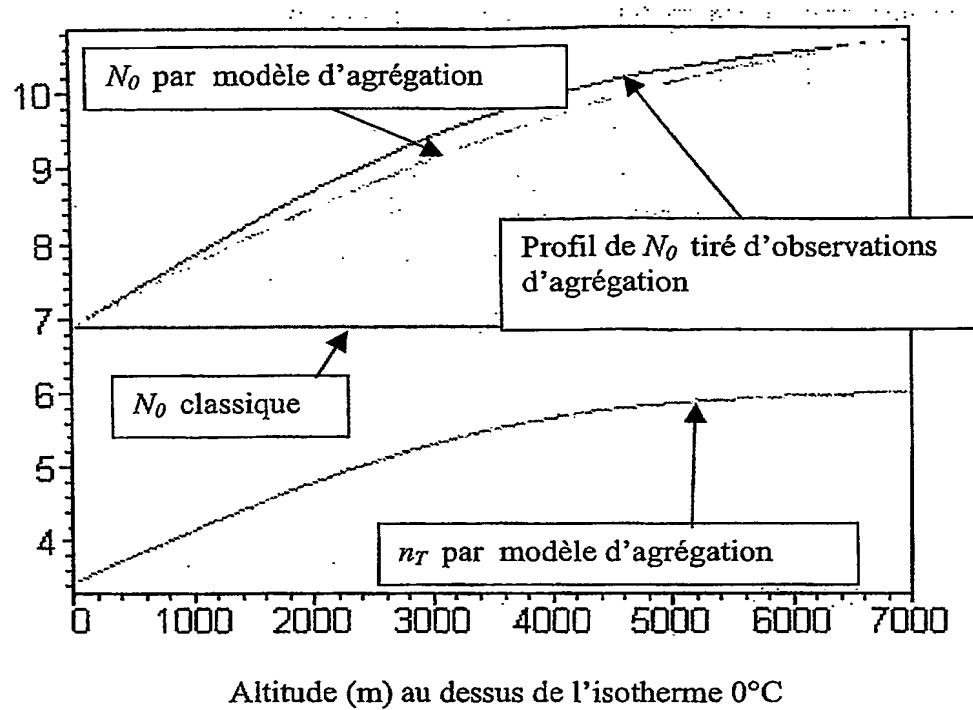


Figure 3

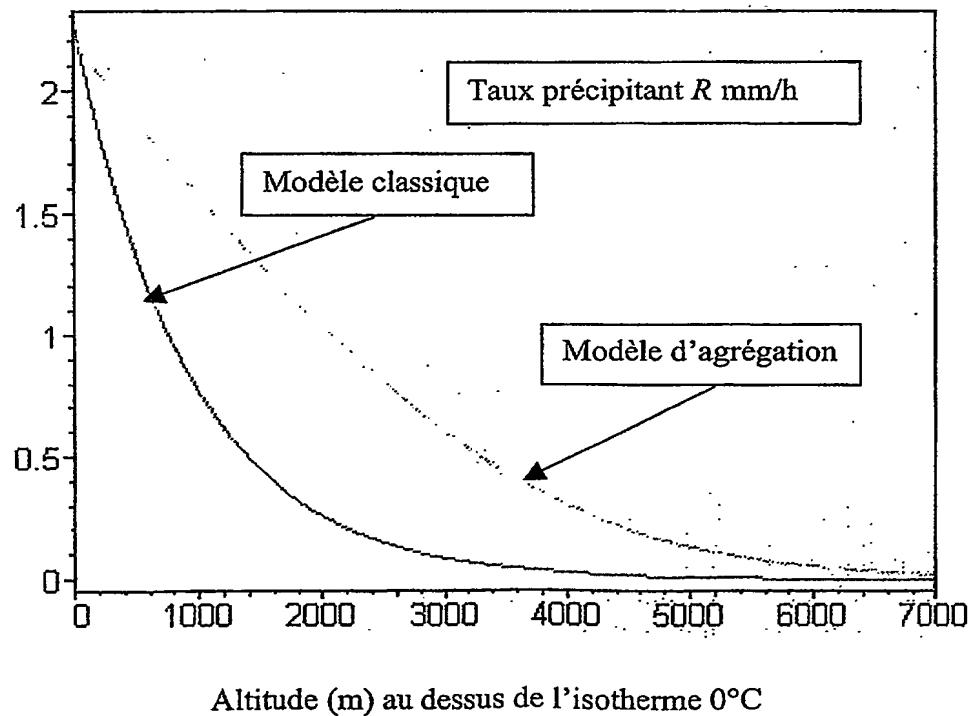


Figure 4

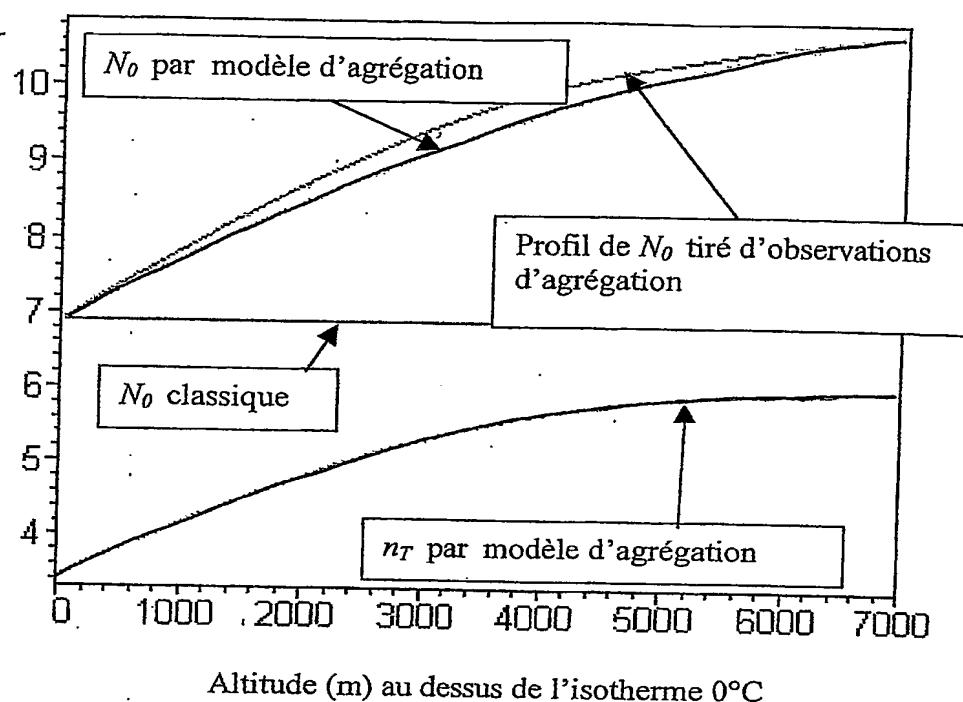


Figure 3

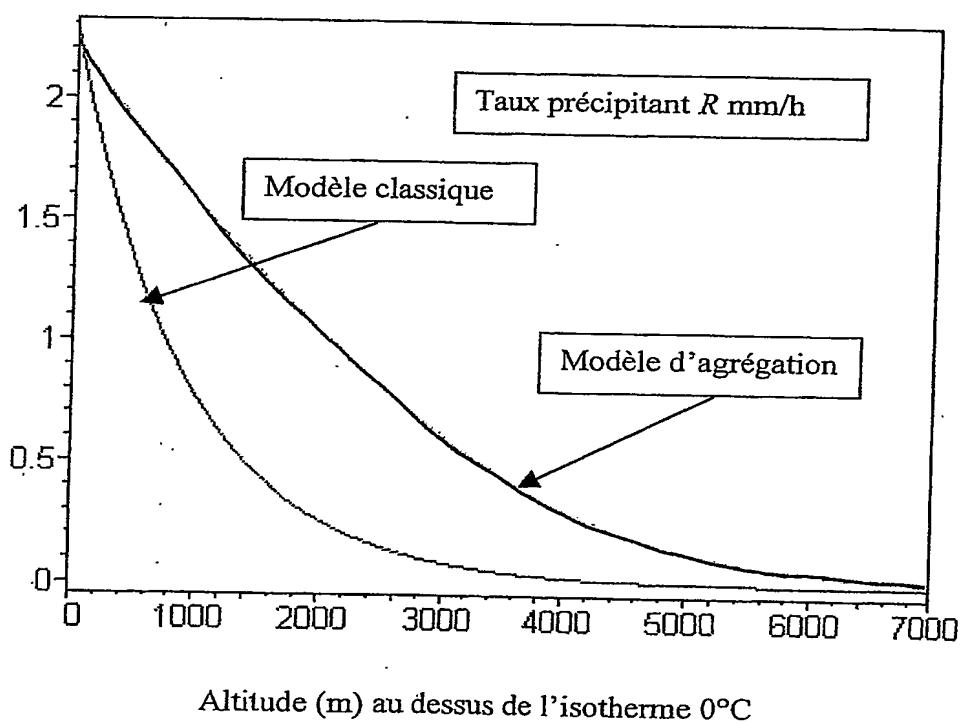


Figure 4

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint-Pétersbourg
75800 Paris Cedex 08
Téléphone : 33 (1) 55 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1.../1...

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)

INV

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

Vos références pour ce dossier (facultatif) B4152/FR

N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL 031299

TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)

PROCEDE POUR L'ESTIMATION DES CARACTÉRISTIQUES D'UNE PRÉCIPITATION

LE(S) DEMANDEUR(S)

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE - CNRS
3, rue Michel-Ange
F-75794 PARIS Cedex 16
France

DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S)

1 Nom	TESTUD
Prénoms	Jacques
Adresse	Rue
Code postal et ville	4 rue Mariette 75 100 PARIS
Société d'appartenance (facultatif)	
2 Nom	NEY
Prénoms	Richard
Adresse	Rue
Code postal et ville	37 avenue des Falaises 91 421 10 LAVARENNE SAINT HILAIRE
Société d'appartenance (facultatif)	
3 Nom	LE BOUARD
Prénoms	Erwan
Adresse	Rue
Code postal et ville	4 rue Désiré Ruggieri 75 011 PARIS
Société d'appartenance (facultatif)	

S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivie du nombre de pages.

DATE ET SIGNATURE(S)

DU (DES) DEMANDEUR(S)

OU DU MANDATAIRE

(Nom et qualité du signataire)

Le 23/12/2003

BRESSE Pierre 924638

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/FR04/002692

International filing date: 21 October 2004 (21.10.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: FR
Number: 0312299
Filing date: 21 October 2003 (21.10.2003)

Date of receipt at the International Bureau: 11 March 2005 (11.03.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse